

Техничко решење

УНАПРЕЂЕЊЕ РЕАЛИЗАЦИЈЕ WEB СЕРВИСА И ЛОКАЛНОГ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА ЗА УПРАВЉАЊЕ GIVA IРС ПАМЕТНИМ МОДУЛАРНИМ АУДИО ПОЈАЧАЛОМ

Аутори:

Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Марко Ралић,
Вукашин Ристић, Анастасија Николић, Жељко Стојковић,
Горан Димић

Година: 2021.

Корисник:

Entrodev BVBA, Белгија

Начин коришћења:

Уређај је намењен употреби у стамбеним и пословним
објектима за озвучењем које подржава аудио појачала класе
Д.

Рецензенти:

???

???

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Унапређење реализације <i>web</i> сервиса и локалног апликативног софтвера за управљање GIVA IPC паметним модуларним аудио појачалом
Аутори	Владислав Миленковић, Иван Годоровић, Марко Ралић, Вукашин Ристић, Анастасија Николић, Жељко Стојковић, Горан Димић Институт „Михајло Пупин“, Београд
Категорија	Битно побољшано техничко решење примењено на међународном нивоу (M83) Доказ: ???
Кључне речи	<i>Internet of Things, Cloud, web</i> интерфејс, сервер, <i>websocket</i> протокол, UDP протокол, HTTP протокол, DHCP, Wi-Fi <i>hotspot, Linux</i> , аудио DSP

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Техничко решење је рађено за белгијску компанију „Entrodev BVBA”.
Година када је решење комплетирано:
2021.
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена унапређеног техничког решења је почела у 2021. години испоруком коначне верзије уређаја дистрибутивној мрежи партнера компаније Entrodev BVBA на америчком и западноевропским тржиштима. Корисник: Entrodev BVBA, Белгија
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Техничко-технолошке науке, електроника, телекомуникације, информационе-технологије
Рецензенти техничког решења:
???, ???

Садржај

Кратак опис	5
Стање у свету	6
Кратак опис претходног техничког решења	7
Хардверска реализација система	7
Софтверска реализација система:	8
Имплементирана унапређења уређаја	12
Закључак	15
Референце.....	16

Унапређење реализације *web* сервиса и локалног апликативног софтвера за управљање GIVA IPC паметним модуларним аудио појачалом

Кратак опис

На савременом тржишту аудио појачала се појавила потреба за уређајем који ће решити више проблема који су претходно постојали, а посебно у комерцијалним објектима чијој се опреми приступало ван компанијске мреже.

Кориснички интерфејс на уграђеном екрану уређаја, иако богат, ограничава могућност управљања и конфигурисања система. Ово ограничење је превазиђено подизањем HTTP сервера на којем се извршава *web* апликација. *Web* апликација садржи интерфејс који је надскуп интерфејса који је на самом уређају и као таква, омогућава потпуну контролу свих параметара уређаја. Оператер који инсталира и конфигурише опрему не мора да буде физички присутан на локацији, што представља велики бенефит.

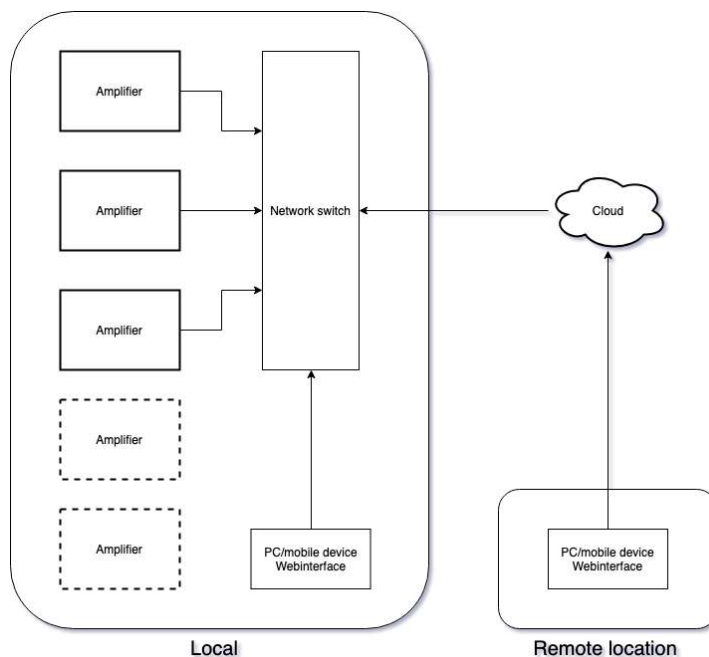
Клијенти који потражују овакве системе имају потребу за инсталацијом већег броја појачала у оквиру истог објекта, па самим тим и у оквиру исте мреже. Један од захтева који се поставио у току развоја је периодично одржавање листе околних, „комшијских”, (не)активних уређаја у оквиру исте, локалне мреже. Ово је постигнуто имплементацијом UDP сервера и UDP *broadcasting*-а по дефинисаном протоколу који омогућава да један уређај из локалне мреже прими поруку, али да се извршење команде оствари на произвољном појачалу из мреже, под условом да је видљив из гледишта оног ко је примио поруку. Структура уређаја која је на овај начин остварена је симетрична и повећава флексибилност управљања, зато што је потребан само један уређај који се понаша као *gateway* да би сви остали били контролабилни и опсервабилни.

Безбедност и приступачност су два контрадикторна захтева која се намећу. Она су међутим истовремено испуњена на овом паметном модуларном појачалу. Приступачност, осим претходно описаног, је повећана подизањем Wi-Fi *hotspot*-а и могућности повезивања било ког бежичног клијента (таблет, мобилни телефон, лаптоп рачунар). Безбедност клијента који се повезује на овакав начин је остварена повезивањем на адресу из приватног опсега са 24-битном нетмаском, а затим се NAT-овањем повезује на локалну мрежу самог појачала, без прослеђивања портова приватном опсегу. Овим је онеспособљено примање долазних конекција које са становишта безбедности угрожавају компанијску мрежу.

Овај уређај је четвороканално појачало, које се, како би подмирило тренутне захтеве тржишта, производи и продаје у четири различите варијанте (снаге канала по 300, 750, 1500 и 3000 W), а на сваки од четири канала је могуће везати више звучника. Сваки од канала има независан скуп подешавања (појачање, кашњење, поларитет, лимитери, филтри, извор) којим је омогућено прилагођавање типу звучника који је повезан на тај канал. Подскуп параметара се може снимати у виду конфигурационих фајлова који су груписани у логичке целине. Ово је остварено виртуелним системом фајлова и фолдера, што све заједно омогућава брзо и лако пребацивање са уређаја на уређај. Такође, сваки од канала се може придружити логичкој групи, а променом параметара из логичке групе, мењају се сви параметри свих канала који су придружени тој групи.

Оперативни систем *Linux* је изабран као добра основа због интеграције HTTP сервера који подржава све актуелне *web* стандарде, проверен IP стек, богату и лаку контролу мрежних параметара. Свака потреба за физичким приступом обученог лица због надоградње софтвера (у целости или појединачне компонентне) је потпуно непотребна због отворене могућности за надоградњу са спољне USB меморије без искључивања уређаја.

Један такав уређај је развијен и претходно описан у техничком решењу: „Развој GIVA IPC паметног модуларног појачала заснованог на DSP процесору *Alwinner H2+* и оперативном систему *Linux*”. Ово техничко решење доноси унапређења која су остварена на нивоу *web* сервиса и локалног апликативног софтвера за управљање GIVA IPC.



Слика 1 – Мрежно управљање појачалом

Стање у свету

Мали број компанија у свету данас нуди своје производе на тржишту аудио појачала. Произвођачи појачавачке опреме се опрезно упуштају у експериментисање са новим производима и додавањем функционалности.

Један од захтева за малим присуством оператера, други произвођачи сличне опреме су решили инсталацијом наменског софтвера на рачунар оператера и повезивањем са појачалом конекцијом кратког домета. Међутим, у ери повећане аутоматизације – *Internet of Things* (IoT) и након пажљивог испитивања тржишта и вишегодишњег искуства у пољу аудио-визуелних уређаја, клијент је пред нас поставио захтев за једним оваквим уређајем (слика 1) који обједињује савремену и софистицирану обраду звука са флексибилном и лаким инсталацијом опреме. Потврда свега претходно наведеног је и награда коју је овај производ (слика 2) освојио на престижном такмичењу *Best in Market '21 Awards* [1] у дисциплини *Installation*, као и чињеница да је био финалиста на такмичењу *Inavation Awards 2021*.



Слика 2 – GIVA IPC паметно модуларно четвороканално појачало

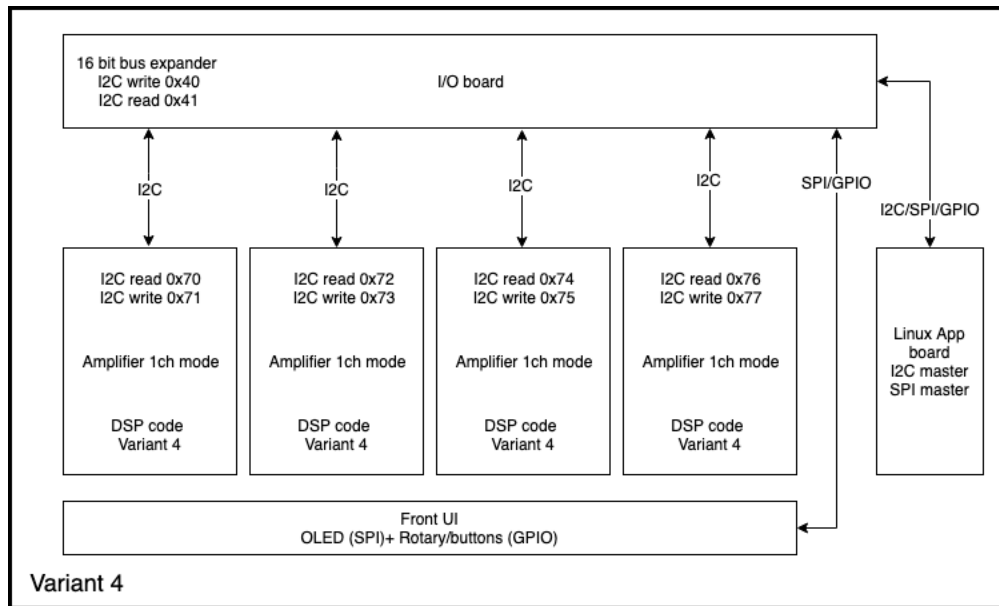
Кратак опис претходног техничког решења

Хардверска реализација система

Уређај је сачињен од четири хардверске целине (слика 3):

- *Main* контролерска плоча на којој је процесор *Allwinner H2+*, 256 MB RAM меморије, складиштена меморија и периферијски контролери са конекторима (SPI, I²C, USB, Wi-Fi антена и *Ethernet*),
- Плоча за реализацију локалног корисничког интерфејса са екраном у боји и ротационим прекидачем (*rotary encoder switch*),
- Експанзиона плоча која повезује контролерску плочу, једну или више појачавачких плоча и плочу са улазом и излазом корисничког интерфејса,
- Појачавачка плоча са процесором за обраду дигиталног аудио сигнала (DSP) и појачавачком логиком.

Main контролерска плоча је срце система и одговорна је за покретање уређаја и иницијализацију свих периферија и других зависних плоча.



Слика 3 – Блок шема уређаја у пуној конфигурацији

Плоча која садржи екран са локалним корисничким интерфејсом, осим 18-битног колор екрана (подешеног у 16-битној RGB-565 конфигурацији) садржи и ротациони прекидач. Управљање се одвија окретањем прекидача, а навигација и потврда избора се остварује лаганим притиском прекидача. Екраном се управља преко SPI интерфејса и две GPIO линије (*reset* и *data/control*), док прекидач поседује три GPIO линије од којих две одређују смер (на основу фазног помераја четвртки), а трећа GPIO линија даје сигнал са обичног бинарног тастера.

На појачавачкој плочи се по значају издваја процесор за обраду дигиталног аудио сигнала *Analog Devices ADAU1451*. Ова плоча има четири аналогна и четири дигитална улаза, као и четири аналогна излаза.

Софтверска реализација система:

Софтвер развијен тако да се допуњује са хардвером (софтверско-хардверски кодизајн) и обухвата следеће компоненте (слика 4):

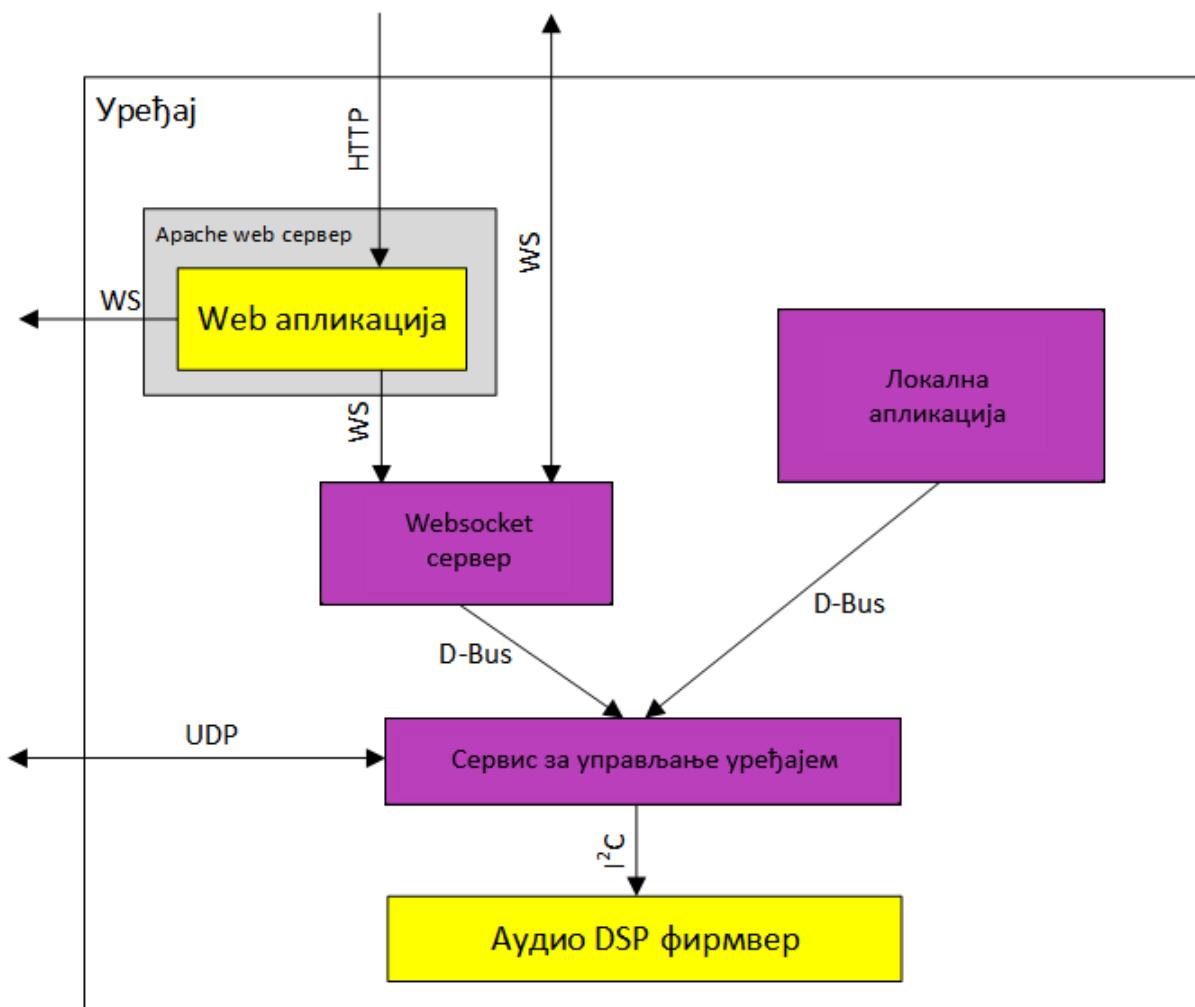
- Сервис за управљање уређајем и комуникацију са аудио процесором,
- Локална апликација,
- Локално хостована динамичка *web* апликација (под *Apache* HTTP сервером),
- *Websocket* сервер,
- Фирмвер за процесор за обраду дигиталног аудио сигнала.

Сервис за управљање уређајем и комуникацију са аудио процесором, локална апликација и *websocket* сервер су развијани на *Python 3.6* платформи, док је је локално хостована динамичка *web* апликација писана у *JavaScript*-у. Фирмвер за процесор за обраду дигиталног аудио сигнала је развијен у графичком алату *Analog Devices SigmaStudio*. Дакле, већина елемената система развијена је на платформи *Python 3.6*. Ова платформа је иначе позната за брзу израду *proof-of-concept*-а, али је у овом случају због изузетних перформанси које су само за ред лошије од директно преведеног машинског кода, изабрана као коначно

решење за употребу. Сама обрада сигнала је измештена на DSP, тако да се *Python* показао као више него добар избор за потребно скалирање и рачунање параметара филтара. Анализа заузетости процесорског времена и RAM меморије која је спроведена, такође је показала да је избор платформе оправдан, зато што је остало пуно простора за проширење уређаја.

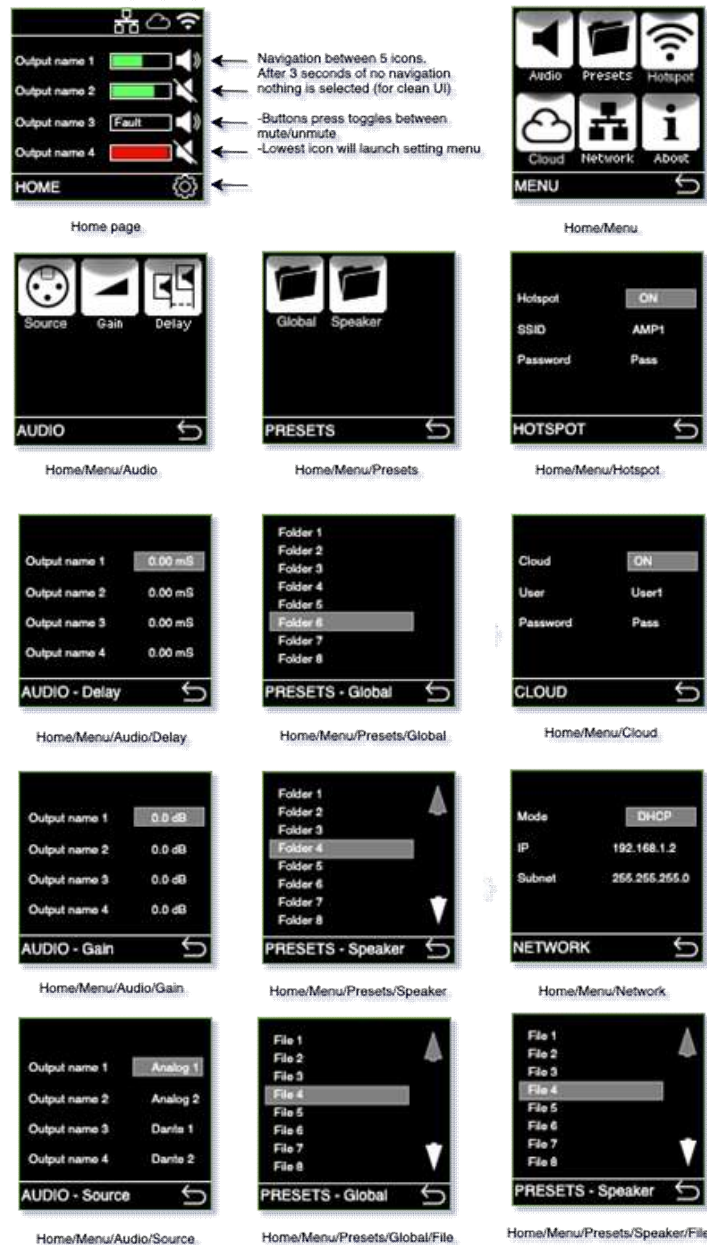
Сервис за управљање уређајем и комуникацију са аудио процесором је централна јединица целог система, која:

- управља мрежним подешавањима уређаја,
- управља подешавањима појачала,
- имплементира размену информација и команди са „комшијским” уређајима у локалној мрежи преко UDP broadcast-a,
- реализује и објављује D-Bus објекат чије методе позивају други D-Bus клијенти користећи технику *remote procedure call*,
- имплементира систем надоградње и унапређења целог целог система, али и појединачних компоненти софтвера на уређају тако што их зауставља, мења и поново покреће (укључујући самог себе).



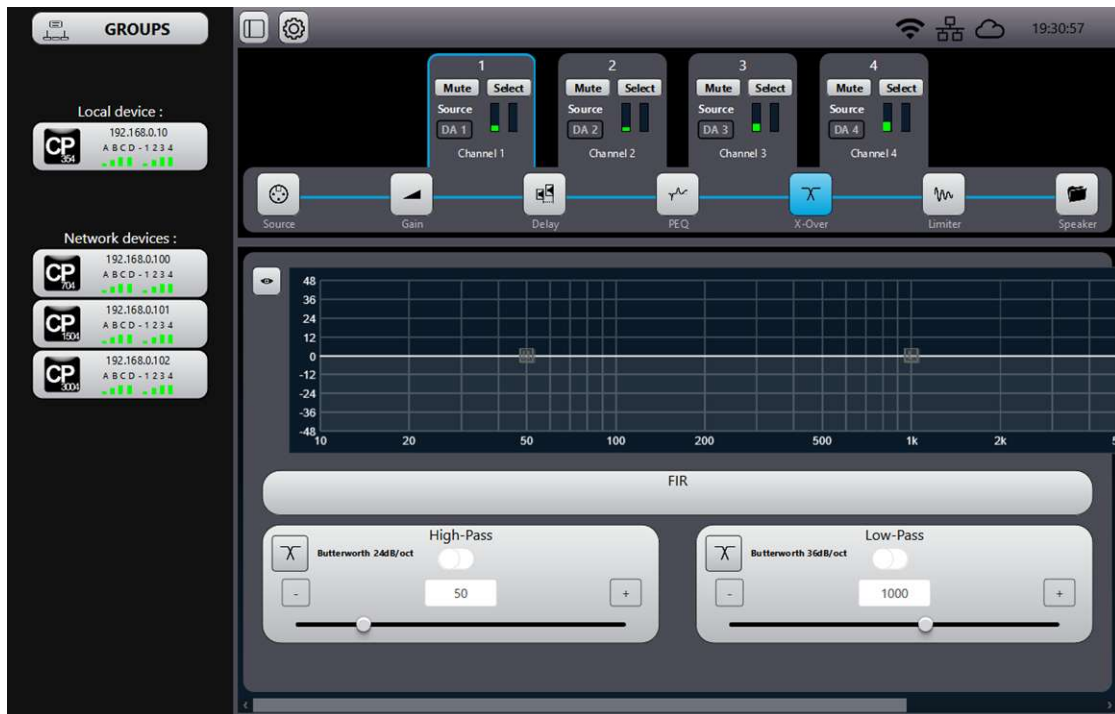
Слика 4 – Шема софтверских компоненти и њихове међусобне комуникације (љубичастом бојом су означене унапређене целине)

Локална апликација служи за реализацију локалног корисничког интерфејса (слика 5). Кориснику се приказују навигациони менији кроз које се креће користећи ротациони прекидач. Свака акција (потврда уноса) позива једну од сервисних метода слањем команде преко софтверске магистрале D-Bus. Ова апликација нуди подскуп контроле свих параметара уређаја, услед ограничене величине екрана. Могуће је вршити контролу мрежних параметара појачала, чување и учитавање глобалне конфигурације и појединачних пресета (слике 7-9), као и избор извора, појачања и кашњења по каналу. Локална апликација је намењена за фина и хитна подешавања параметара уређаја.



Слика 5 – Кориснички интерфејс локалне апликације

Локално хостована динамичка web апликација приказује се преко Apache HTTP сервера на уређају и обезбеђује кориснички интерфејс доступан из било ког web прегледача (слика 6). Ова web апликација комуницира са websocket сервером и има задатак да обезбеди приступ и контролу свих системских и аудио параметара уређаја. Ово због претходно описане симетрије важи и за све остале уређаје у истој локалној мрежи.



Слика 6 – Графички интерфејс *web* апликације

Websocket сервер реализован је да прима конекције отворене из *web* апликације (локално хостоване или са другог појачала), или од других *websocket* сервера са околних уређаја.

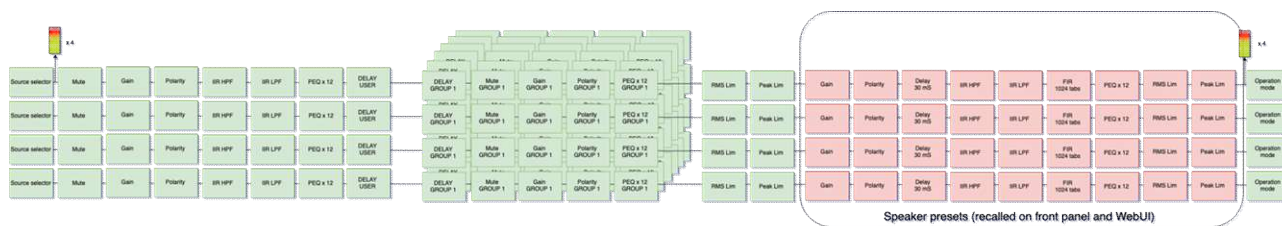
Фирмвер аудио процесора реализован је у виду адресабилних графичких, конфигурабилних логичких блокова чија се подешавања могу мењати током обраде уписом у одговарајуће регистре, односно читањем регистара за потребе приказа нивоа канала у корисничком интерфејсу (*readback*). Читањем регистара добијају се вредности нивоа сигнала канала и излаза лимитера.

Фирмвер покрива следеће аудио функције:

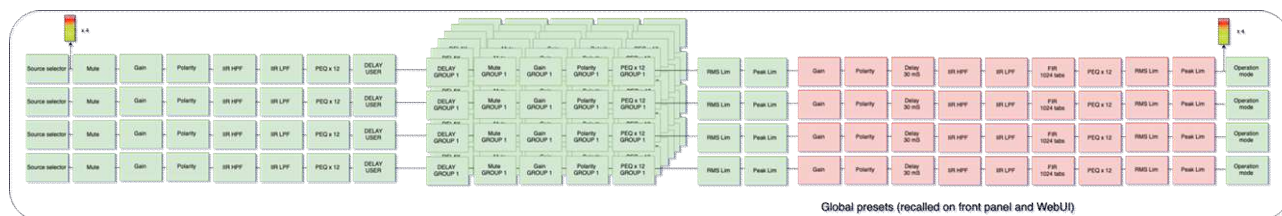
- подешавање нивоа појачања,
- укључивања/искључивања звука (*mute*) по каналу,
- избор извора по каналу (наравно уколико је и хардверски заиста прикључен други извор),
- подешавање кашњења улаза по каналу,
- подешавање поларитета по каналу,
- подешавање рада по каналу (*LowZ*, 70V и 100V),
- филтри (IIR *high-pass* и *low-pass*, *parametric EQ*, FIR) и лимитери (RMS, *peak*).

Већина претходно побројаних подешавања могуће је активирати и за канал који је придружен групи.

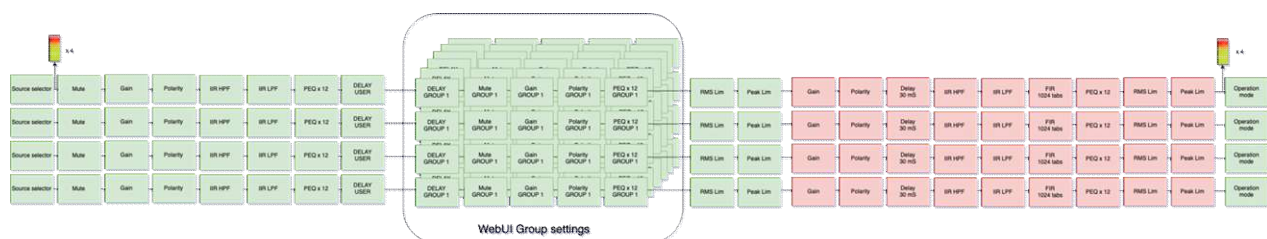
Један од продуката компајлирања *SigmaStudio* алата, поред бинарног фајла који се спушта на сам DSP, је и списак адреса свих блокова и регистара у облику адреса. Развијен је посебан програм који преводи овако добијена C заглавља у *Python* код, који затим из сервиса позива методе које преко I²C магистрале уписују вредности на DSP.



Слика 7 – Скуп подешавања који се чува у пресетима сваког од канала



Слика 8 – Скуп подешавања који се чува у глобалним пресетима



Слика 9 – Логичке групе параметара које се могу чувати и учитавати у току рада из корисничког интерфејса

Имплементирана унапређења уређаја

Како је развој производа напредовао и приближавао се коначној верзији, како софтвера, тако и хардвера, била је неопходна допуна функционалности и измена постојећих, како би се задржала конкурентност уређаја на тржишту. Такође, извршена су додатна тестирања, како би се задржао и врхунски квалитет уређаја. У наставку овог техничког решења, приказане су извршене измене на софтверским блоковима (означени љубичастом бојом на слици 4). Извршене су следеће измене и унапређења:

- Иако је постојала прелиминарна подршка за прослеђивање команди на околне уређаје, због ограниченог броја уређаја у раној фази развоја, није постојала могућност интензивног тестирања. Протокол је измењен и допуњен: први аргумент увек представља индикатор уређеја. Ако је овај аргумент 0, сматра се да се ради о локалном уређају, захтев се обрађује, а одговор враћа позиваоцу. Уколико се проследи аргумент који је већи од 0, из листе „комшијских” уређаја коју одржава *websocket* сервер узима се одговарајуће појачало са наведеним индексом, са њим се остварује *websocket* конекција користећи истоветни садржај команде, али овог пута са индексом 0 као инструкцијом да се команда на крајњем уређају изврши локално. Систем у групи од неколико појачала показао се функционалним.
- Извршено је раздвајање општих, *global* и *speaker* параметара. Један JSON фајл који је раније обједињавао све три групе параметара је био гломазан и непрегледан. Такође, пракса је показала да се тренутни параметри система најчешће мењају, али је њихова структура коначна, док се *global* и *speaker* параметри у JSON фајловима ређе мењају, али се зато структура ових фајлова мења у смислу броја и редоследа

елемената у JSON стаблу. Извршена су интезивна тестирања *create*, *edit*, *set*, *delete* команди за *global* и *speaker* параметре.

- Параметри мреже се дохватaju динамички, а не као раније из последње актуелне верзије JSON фајла. Тиме се избегава погрешан приказ параметара мреже из локалне или *web* апликације – увек ће бити приказана исправна вредност.
- *Readback* механизам је измењен и допуњен. Дописане су команде за покретање и заустављање читавања нивоа канала, чиме је избегнуто непотребно периодично слање овог податка када није потребан. Осим тога, додат је по захтеву корисника и *readback* сигнал излаза *limiter* блокова. Локална апликација је измењена тако да упозоравајући (наранџаста) и критичан (црвена) ниво канала буду активни и када неки од лимитера тог канала уђе у ово стање.
- Механизам ажурирања (*update*) софтвера је такође дорађен и тестиран. Као други аргумент *update* команде прослеђује се ZIP архива. Она се затим распакује у привремени фолдер и покушава се независно покретање командне скрипте *update.sh* која врши потребно стопавање, ажурирање и рестартовање апликација и сервиса. На овај начин се могу унапредити појединачни модули система, али и систем у целини.
- Додата је тестирана команда за тзв. *bridge mode*. Команда се шаље на извршавање DSP-ју који мења стање овог блока. Додата је и функција за промену извора која функционише по сличном принципу. За функцију промене извора морају да постоје и хардверски услови тј. да на појачало заиста буду доведена два извора: примарни и секундарни.
- Због релативно честих и великих уписа у JSON фајлове, извршена је измена логике уписа у ове фајлове. Када се изврши промена неког податка из ових фајлова, укључује се тајмер који броји 10 секунди. Уколико се у ових 10 секунди добије нова команда која исто значи промену неког податка, тајмер се ресетује на 10 секунди, а ако нема нове команде у овом интервалу, врши се упис у фајл. Реализована су 3 оваква тајмера: за *data.json*, *global_preset.json* и *speaker_preset.json*.
- Преко једног од GPIO пинова се прослеђује информација о раном паду напона уређаја. У случају једног оваквог непожељног догађаја, неопходно је спречити настанак штете: фајл-систем се *remount*-ује и прелази у режим читања (*read only*), чиме се спречава нежељено оштећење неуписаних фајлова и журнала фајл-система. Такође се у овом случају стопа *readback* свих блокова и моментално се снима тренутни садржај свих JSON фајлова пре *remount*-а.
- За разлику од претходне верзије, извршена је интеграција кода (у виду сервисних скрипти) које конфигуришу *cloud*, *spotify* и *airplay* сервисе. Дописане су и тестиране команде које тригерују ове функционалности.
- Прва верзија паметног појачала је подразумевала постојање 4 DSP-ја. Како је већ раније речено, коначна верзија уређаја подразумева 4 различите варијанте уређаја (снаге канала по 300, 750, 1500 и 3000 W), па је коначна верзија прилагођена да на самом почетку рада прочита садржај фајла *dsp_variant.txt* и да на основу његовог садржаја и актуелне варијанте уређаја шаље вредности на DSP адресе које су тачно предвиђене за ту варијанту уређаја.
- Како би се обезбедило праћење промена параметара између клијената имплементиран је *publish-subscribe* механизам. *Websocket* клијенти могу да се претплате на праћење промене података који представљају опште параметре

појачала (чувају се у променљивој *data*, која је типа *dictionary* и *data.json*). Престанак овог праћења се дешава када се експлицитно позове команда за престанак претплате или када се прекине веза. Могуће је последити и целу листу података чији се праћење жели.

Закључак

Ово техничко решење представља битно унапређење већ постојећег паметног, мрежног и модуларног аудио појачала са интерном обрадом звука, заснованог на оперативном систему *Linux* и DSP процесору. Крајња спецификација је плод вишегодишње анализе и рада клијента и самог тренда умрежавања уређаја и савременог управљања - *Internet of Things* (IoT). Потврда тога да је развијен један овакав уређај је вишемесечна продаја стотине појачала, освојена захтевна тржишта високоразвијених земаља и награде на престижним такмичењима.

Референце

- [1] Маркетиншка презентација уређаја: <https://cloudpower.apex-audio.be/>
- [2] Приватни опсеги IP адреса:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSSHRK_4.2.0/disco/concept/dsc_private_addr_ranges.html
- [3] Превођење мрежних адреса:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSSHRK_4.2.0/disco/concept/dsc_nat_overview.htm
- [4] *Apache* HTTP сервер: <https://httpd.apache.org/>
- [5] DHCP сервер: <https://linux.die.net/man/8/dhcpd>
- [6] Access point сервер: <http://w1.fi/hostapd/>
- [7] Техничка документација процесора *Allwinner H2+*:
http://wiki.friendlyarm.com/wiki/index.php/File:Allwinner_H2%2B_Datasheet_V1.2.pdf
- [8] Техничка презентација процесора дигиталног аудио сигнала *Analog Devices ADAU1541*: <https://www.analog.com/en/products/adau1451.html>
- [9] Софтверска магистрала D-Bus и употреба на платформи *Python*:
<https://dbus.freedesktop.org/doc/dbus-python/tutorial.html>
- [10] CloudPower Series – Whitepaper:
https://drive.google.com/file/d/1T3yHS0ohxKU_UBpvian35NLYIDcLa23_/view

Листа претходних
техничких решења
по ауторима

ВЛАДИСЛАВ МИЛЕНКОВИЋ

2020.

1. Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић, „Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux“, М81
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-5-M81.pdf>

2018.

1. Братислав Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МИКМЕ студијског квалитета” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf

2017.

1. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телешащтите” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>
2. Марјан Ђурић, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, Владислав Миленковић, Ина Масникоса, “Модификован регистрофонски систем за потребе железнице” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-REG-ZEL.pdf>
3. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>
4. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>

ИВАН ТОДОРОВИЋ

2020.

1. Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић, „Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux“, M81

<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-5-M81.pdf>

2016.

1. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Тодоровић, “Прилагођење оперативног система Android верзије 5 за рачунарску платформу у области Home Automation решења” – M84

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A4.pdf>

2. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Тодоровић, Марјан Ђурић, “Софтверско хардверска платформа за аутоматско тестирање у производњи Home Automation рачунарског система” – M82

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A5.pdf>

3. Милан Оклобција, Иван Тодоровић, Марко Ралић, Марко Оклобција, Вукашин Ристић, Владимир Ћатић, Иван Кокић, “Мултимедијални уређај за управљање аудио/видео садржајем и осветљењем у контролним собама и салама за састанке” – M83

http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III44003-2016-M83-IMP-LIVIAU_S.pdf

2015.

1. Иван Тодоровић, Милош Милутиновић, Бојан Косић, Вукашин Ристић, Ненад Антонић, Богдан Павковић, Горан Димић, “Firmware уређаја за управљање светлосним ефектима у мултимедијалним просторима” – M85

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32043-2015-IMP-fw-light-show.pdf>

МАРКО РАЛИЋ

2019.

1. Владимир Ћатић, Ива Салом, Владимир Челебић, Дејан Годоровић, Јована Новаковић, Братислав Планић, Вељко Јанић, Марко Ралић, Ивана Николић, Наталија Кокић, “Унапређена акустичка камера за посебне намене” – М84
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32038_2019A1.pdf

2016.

1. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Годоровић, “Прилагођење оперативног система Android верзије 5 за рачунарску платформу у области Home Automation решења” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A4.pdf>
2. Милан Оклобција, Марко Ралић, Иван Годоровић, Марјан Ђурић, “Софтверско хардверска платформа за аутоматско тестирање у производњи Home Automation рачунарског система” – М82
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32037-2016A5.pdf>
3. Милан Оклобција, Иван Годоровић, Марко Ралић, Марко Оклобција, Вукашин Ристић, Владимир Ћатић, Иван Кокић, “Мултимедијални уређај за управљање аудио/видео садржајем и осветљењем у контролним собама и салама за састанке” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III44003-2016-M83-IMP-LIVIAU_S.pdf

ВУКАШИН РИСТИЋ

2020.

1. Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић, „Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux“, M81
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-5-M81.pdf>

2019.

1. Вељко Јанић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Ива Салом, Иван Кокић, Владимир Ћатић, Братислав Планић, Вукашин Ристић, “МІКМЕ Pocket – бежични аудио снимач” – M83.
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/III44003-2019-M83-MIKME_Pocket.pdf

2018.

1. Братислав Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МІКМЕ студијског квалитета” – M83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf
2. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Ботјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, Милован Марић, “Оптимизација перформанси Docker контејнерски-базиране виртуелизације и примена на ИС ЛПА апликацију” – M85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/Tehnicko_resenje_2018_III_43002_Docker.pdf.pdf

2017.

1. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телезаштите” – M85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>
2. Марјан Ђурић, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, Владислав Миленковић, Ина Масникоса, “Модификован регистрофонски систем за потребе железнице” – M85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-REG-ZEL.pdf>
3. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МІКМЕ” – M81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-MIKME.pdf>
4. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – M84

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>

5. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, “Портирање Geoserver-а на рачунарство у облаку (*Cloud Computing*) за случај хипервизора типа-1” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III43002-2017-IMP-M85-PortGeoCl.pdf>

2016.

1. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-MIKMEATE.pdf>
2. Ива Салом, Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вукашин Ристић, Јованка Гајица, Марко Оклобција, Ненад Карталовић, Миомир Мијић, “Решење проблема нелинеарности напонски контролисаног појачавача са JFET транзистором” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32038-2016A1.pdf>
3. Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Владимир Челебић, Жељко Стојковић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Лазар Бербаков, Бојан Косић, “Алгоритамска компензација разлике компоненти JFET-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M85-IMP-JFET.pdf>
4. Милан Оклобција, Иван Тодоровић, Марко Ралић, Марко Оклобција, Вукашин Ристић, Владимир Ћатић, Иван Кокић, “Мултимедијални уређај за управљање аудио/видео садржајем и осветљењем у контролним собама и салама за састанке” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III44003-2016-M83-IMP-LIVIAU_S.pdf
5. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Никола Зоговић, Милован Марић, “Одређивање оптималног 64-битног фајл система на Linux оперативном систему и примена на ЛПА апликацију” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III43002-2016-IMP-OPT64FSLPA.pdf>

2015.

1. Иван Тодоровић, Милош Милутиновић, Бојан Косић, Вукашин Ристић, Ненад Антонић, Богдан Павковић, Горан Димић, “Firmware уређаја за управљање светлосним ефектима у мултимедијалним просторима” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32043-2015-IMP-fw-light-show.pdf>
2. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, “Одређивање оптималног типа система датотека са

становишта гостујућег оперативног система за случај КВМ хипервизора и
примена на ЛПА апликацију у виртуелном окружењу” – М85

<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/III43002-2015-OptFS.pdf>

АНАСТАСИЈА НИКОЛИЋ (ПЕРИЋ)

2020.

1. Владислав Миленковић, Иван Тодоровић, Вукашин Ристић, Наталија Кокић, Ива Салом, Анастасија Перић, „Развој GIVA IPC паметног модуларног аудио појачала заснованог на DSP процесору Allwinner H2+ и оперативном систему Linux“, M81

<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-5-M81.pdf>

ЖЕЉКО СТОЈКОВИЋ

2018.

1. Иван Кокић, Марко Николић, Жељко Стојковић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Милан Оклобџија, “Унапређење евалуаторске јединице бројача осовина за потребе постизања SIL4 нивоа интегритета безбедности” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32037_2018A3.pdf
2. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, Милован Марић, “Оптимизација перформанси Docker контејнерски-базиране виртуелизације и примена на ЛПА ИС апликацију” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/Tehnicko_resenje_2018_III_43002_Docker.pdf.pdf

2017.

1. Вукашин Ристић, Братислав Планић, Ива Салом, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>
2. Бојан Косић, Ненад Антонић, Марко Николић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Железничка сигнална светиљка у ЛЕД технологији за употребу у релејној поставници” – М81
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32037_2017A2.pdf
3. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-ATE.pdf>
4. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, “Портирање Geoserver-а на рачунарство у облаку (Cloud Computing) за случај хипервизора типа-1” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III43002-2017-IMP-M85-PortGeoCl.pdf>

2016.

1. Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Владимир Челебић, Жељко Стојковић, Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Лазар Бербаков, Бојан Косић, “Алгоритамска компензација разлике компоненти ЈФЕТ-а за контролу појачања у напонски контролисаном појачавачу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M85-IMP-JFET.pdf>
2. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-МИКМЕАТЕ.pdf>

1. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Милован Марић, Никола Зоговић, “Одређивање оптималног 64-битног фајл система на Linux оперативном систему и примена на ЛПА апликацију” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/III43002-2016-IMP-OPT64FSLPA.pdf>

2015.

1. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Евалуаторска јединица бројача осовина за потребе фазног унапређења железничке сигнализације у Железницама Србије” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A3.pdf>
2. Бојан Косић, Милан Милановић, Марко Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Жељко Стојковић, Владимир Крстић, “Уређај за аутоматско тестирање евалуаторске јединице бројача осовина на железници” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32037-2015A4.pdf>
3. Борислав Ђорђевић, Валентина Тимченко, Славица Боштјанчич Ракас, Жељко Стојковић, Вукашин Ристић, Јелена Васиљевић, “Одређивање оптималног типа система датотека са становишта гостујућег оперативног система за случај КВМ хипервизора и примена на ЛПА апликацију у виртуелном окружењу” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/III43002-2015-OptFS.pdf>
4. Марко Николић, Милан Оклобција, Жељко Стојковић, Никола Ненадић, “Omnisight: Реализација сервера са елементима Web сервера за формирање приватних информационих мултимедијалних канала” – М85
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32025_Omnisight_M85_2015.pdf

ГОРАН ДИМИЋ

2020.

1. Владимир Челебић, Миленко Кабовић, Ива Салом, Анка Кабовић, Јована Новаковић, Горан Димић, “Нови централни модул за телештитни терминал” – М85
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-2-M85.pdf>
1. Дејан Тодоровић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Владимир Ћатић, Мина Косић (Радивојевић), „Мерни систем за in situ мерење акустичких карактеристика звучних баријера према стандардима EN 1793-5 и EN 1793-6“, М82
<http://www.pupin.rs/code/wp-content/uploads/2020/12/TR-2020-IMP-T-6-M82.pdf>

2019.

1. Лазар Бербаков, Чарна Јовановић, Марина Светел, Јелена Васиљевић, Горан Димић, Ненад Радуловић, “Систем за мерење тремора главе коришћењем инерцијалних сензора” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2019/TR32043-2019-M81-tremor.pdf>

2018.

1. Б. Планић, Вељко Јанић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Горан Димић, Владислав Миленковић, Лазар Бербаков, “Побољшање квалитета аудио сигнала самосталног Bluetooth микрофона МИКМЕ студијског квалитета” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A2.pdf
2. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Ива Салом, Братислав Планић, Горан Димић, Иван Кокић, “Унапређење система за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње са проширењем примене на нове верзије уређаја и са додавањем нових опција” – М83
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/III44003-2018A1-M83-МИКМЕ-АТЕ.pdf>
3. Ивана Николић, Ненад Антонић, Иван Кокић, Бојан Косић, Марко Николић, Ина Масникоса, Горан Димић, “Унапређење железничке сигналне светиљке у ЛЕД технологији за употребу у електронској поставници” – М83
http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2018/TR32043_2018A1.pdf

2017.

1. В. Ристић, Б. Планић, И. Салом, Ж. Стојковић, Владимир Челебић, Г. Димић, Н. Антонић, Б. Косић, Владислав Миленковић, “Самостални Bluetooth микрофон студијског квалитета – МИКМЕ”
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M81-МИКМЕ.pdf>
2. Наталија Лукић, Владимир Ћатић, Вељко Јанић, Владислав Миленковић, Ненад Антонић, Вукашин Ристић, Братислав Планић, Жељко Стојковић, Владимир Челебић, Горан Димић, Иван Кокић, “Окружење за аутоматско тестирање система за аквизицију и обраду података” – М84
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/III44003-2017-M84-АТЕ.pdf>

3. Марјан Ђурић, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, Владислав Миленковић, Ина Масникоса, “Модификован регистрофонски систем за потребе железнице” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-REG-ZEL.pdf>
4. Владислав Миленковић, Владимир Челебић, Братислав Планић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Бојан Косић, Горан Димић, Ненад Антонић, “Реализација уређаја за тестирање и анализу рада система за пренос сигнала телезаштите” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2017/TR32043-2017-IMP-M85-TTZ.pdf>

2016.

1. Владимир Ћатић, Наталија Лукић, Ива Салом, Вукашин Ристић, Миленко Кабовић, Никола Ненадић, Жељко Стојковић, Горан Димић, Ненад Антонић, Бојан Косић, “Систем за аутоматско тестирање хардверских јединица уређаја МИКМЕ у процесу производње” – М81
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2016/TR32043-2016-M81-IMP-МИКМЕАТЕ.pdf>

2015.

1. Иван Тодоровић, Милош Милутиновић, Бојан Косић, Вукашин Ристић, Ненад Антонић, Богдан Павковић, Горан Димић, “Firmware уређаја за управљање светлосним ефектима у мултимедијалним просторима” – М85
<http://www.imptelecom.com/media/TehnickaResenja/2015/TR32043-2015-IMP-fw-light-show.pdf>

CUSTOM SOFTWARE DEVELOPMENT AGREEMENT

This Custom Software Development Agreement (the "Agreement") is made and effective on August 7th, 2020,

BETWEEN: Entrodev BVBA (the "Customer"), a corporation organized and existing under the laws of Belgium, with its head office located at: Demer 8, 2230 Herselt, Belgium, VAT: BE 0822500711

AND: IMP-Telekomunikacije d.o.o. Beograd (the "Developer"), a corporation organized and existing under the laws of the Serbia, with its head office located at: Volgina 15, 11060 Belgrade, Republic of Serbia, VAT: RS 100008352

RECITALS

WHEREAS Customer wishes to develop custom Apex IPC software, and;

WHEREAS Developer desires to develop this custom Apex IPC software for Customer:

NOW, THEREFORE, in consideration of the mutual covenants and agreements herein contained, the parties hereto, intending, to be legally bound, agree as follows:



Apex IPC – Software for audio power amplifier with internal DSP



Page 1/9

1. PURPOSE OF AGREEMENT

Customer desires to retain Developer as an independent contractor to do the following works (the "Works") according to Apex IPC Specification 0.1 (dated 09.09.2019, author HJ Gielis): Apex IPC software (the "Software") for Orange PI Zero LTS (Allwinner H2+) platform. Developer is ready, willing and able to undertake the development of the Works and agrees to do so under the terms and conditions set forth in this Agreement.

2. DEVELOPMENT PLAN

Developer has prepared a development plan ("Development Plan") for the Works provided in Annex 1. The Development plan includes all planned activities.

3. DELIVERABLES

Developer agreed to provide following deliverables:

1. Source code of all components of the Software
2. Pre-build executive images of the Software

Developer shall regularly publish source codes changes of the Software which will be accessible by Customer.



To: **GIVA Audiovisual
Technologies BVBA**
3583 Beringen
Tervantstraat 2B
Belgium
VAT Nr. BE0545.837.410

Invoice No.2297/21

Manufacturing Agreement

Date **21.06.2021**

No.	DESCRIPTION	Quantity pc	Unit price EUR/PC	TOTAL EUR
1	APEX LIVIAU - with manufacturing service	50		
2	Mother boards	16		
TOTAL >			TOTAL : EUR	
Already paid >			TOTAL : EUR	
FOR PAYMENT >			TOTAL : EUR	

Terms of delivery > DAP Beringen

Payment terms > by bank transfer (T/T) within 7 days

according to payment instructions stated below :

56 : Intermediary

BCITITMM

INTESA SANPAOLO SPA

Milano, Italy

57 : Account with institution :

DBDBRSBG

Banca Intesa AD, Beograd

Milentija Popovica 7b

Belgrade, Republic of Serbia

59 : Beneficiary :

RS35160005080002076786

IMP-Telekomunikacije d.o.o.

Belgrade, Republic of Serbia



Poreska napomena > Oslobodjeno plaćanja PDV-a po članu 24 stav 1 tacka 2 Zakona o PDV u Republike Srbije.

Completed Invoice:

Mirjana Boberić
Mirjana Boberić
Deputy Director for
For. and Dom. Trade

Controlled:

Željko Stojković
Željko Stojković
Deputy Director

IMP-TELEKOMUNIKACIJE DOO BEOGRAD

Vladimir Čelebić, dipl. inž.
Vladimir Čelebić, dipl. inž.

Director

